

## 難易度の高い構造設計の精査

和田 章

Wada Akira

東京工業大学教授

### 構造設計の審査

審査機関におられる審査官は日々構造設計の実務をしているわけではなく、最新の技術について行くことは難しい。構造審査については、この度の法改正でも採り入れられた実務設計者に審査を依頼する「ピアレビュー」の方法が有効である。ピア（peer）には「同等の能力を持った仲間」という意味があり、わが国の超高層建築の構造設計などの評定・評価に大学の関係者があたってきたことも一種のピアレビューと考えることができ、このような審査の方法が40年ほど前から行われていたことになる。

建築物は地上の空間を占有して長年存在するから、建ぺい率・高さ制限などの集団規定としての法律、構造物の強さなどの単体規定としての法律を満足するように設計されていなければならない。ただ、これらの法律は最低基準であり、一般的に建て主は孫の世代まで使えるようにより強く、長持ちし、使いやすく、美しい建築物を望んで建築設計を依頼するはずである。

問題は、短視眼的な経済性追求のため、基準を満たすことのみを目的として設計される建築物にある。前者の場合には、ピアレビューは建て主が自発的に行えば良いが、後者の場合は確認審査の確実性を増すために行政の下でピアレビューを行うことになる。すべてが自発的に行われるような社会が望ましいが、何でも国や行政に頼ろうとする日本人の性格を考慮すると、行政の下で行われることも当分の間仕方ないといえる。

### ピアレビュー（peer review）

ピアレビューの具体的な方法にはいろいろあるが、望ましい形態としては二人以上のレビュアーの前で構造設

計図、構造計算書、その他の検討書類などを広げ、建築物全体の設計方針から部材の接合部などの詳細な部分にいたるまで設計者が説明し、レビュアーとの間で質疑応答を行う方法である。設計の責任は設計者であり、レビュアーは疑問点などを質問するのはよいが、設計そのものを強制的に変更するようなことをしてはならない。難易度の高い建築物の場合、レビュアーを数名にするなどして、専門家をそろえる必要がある。このような建築物の場合、一般的な建築物で従来から行われていたような書類審査だけで精査を行うのはほとんど不可能である。

### 情報化時代の構造設計

日本建築学会は「情報化時代の建築設計」に関して特別調査委員会を設け、2005年5月に提言を発表した。構造設計、構造審査にも関係するので、この10の提言をもとに情報化時代の構造設計について考察する。

#### ①「基礎知識・最新知識の学習を続ける」

コンピュータを使う以前の問題である。新しい理論が発表されたり、学会規準が改訂されたとき、その内容をよく理解するのは商用プログラムの開発者であり、一般の技術者は利用マニュアルしか読まないことが多いことへの批判である。

#### ②「手と脳の修練を続ける」

設計者が常に心がけるべきことである。構造計算・構造図面を電算化したため、設計者本人もそれを審査する側も構造計算書の中の数値の流れや、構造設計図に表わされる構造設計全体のバランス、階毎の部材断面の変化、配筋量の変化などをリズムよく頭に入れることができなくなっている。

#### ③「直感でおかしいと思ったら確かめる」

②と同様である。自ら計算せず、計算のプロセスも見

ずに、コンピュータの打ち出す判定結果のみを見ていては、直感を働かせることはできない。

#### ④「都合のよい編集をしない」

コンピュータ利用上よくある問題である。プログラムを用いるための入力データには多くのパラメータがあり、それに応じて計算が進められ、結果が出力される。都合のよい答えが出るように何度もパラメータを修正する例はたびたび見られるが、真の姿は何かを常に思い悩むことが必要である。

#### ⑤「いつまでも変えられないと思わない」

現在のせかせかした時代に、きちんとした設計を行うために重要な提言である。設計のスタート時点で最終的に作られる建築には無限の可能性がある。そして、最終的に一つの建築が竣工したときに答えは一つに固まる。建築設計・施工は、無限の可能性から最後は一つの解になるまでの決断の連続とあってよい。一つ一つの決断はそれぞれ他の決断に影響を与える。コンピュータの記憶容量、計算速度、情報伝達能力を過大に期待し、具体的な施工さえ始まっていなければ、決断の変更は瞬時に全体にフィードバックさせることができることになる。細かい変更としてスパン長の変更、耐震壁の位置の変更などいろいろなことが挙げられるが、真剣に設計している設計者にとってこれらの簡単な変更でも、正しく次の設計案を作るためには時間が必要である。コンピュータ時代になったからといって、人間の決断のスピードは速くならない。これを誤解して、設計の過程で決断を遅らせたり、変更ばかりを行うのは、設計の詰めが甘くなり、最終の成果である建築の質を落としてしまうことになる。構造の問題では大事故になることもあり、耐震性の弱い構造物になってしまうこともある。

#### ⑥「複数の眼で見て確認する」

工学の分野、設計の分野では常に必要なことである。古くから言われているように、どのようなベテランでもうっかりとしたミスを起こしてしまう。現在の確認制度では、第一の設計者の描いた構造設計図と作った構造計算書をもとに、審査機関の審査官はそのプロセスに間違いがないかを確認することになっている。これでは第二の目の役目を本当に果たしているとはいえない。プロセスとしての構造計算書を確認するだけでなく、第二の構造設計者として構造設計図を詳細に頭に入れ、その壊れ

方、挙動をゼロから考えるのが本当の方法である。

#### ⑦「新しい試みを育てる」

この分野において、世界に伍して技術開発を進めるためには欠かせない要素である。コンピュータは1960年代に入り急速に実用化された。骨組の構造解析、動的応答解析、これらをもとにした高層建築物の構造設計の技術はこの頃に完成したといってもよい。コンピュータ利用がもたらした弊害は解決しなければならないが、コンピュータ利用によって得られる利益も大きく、とどまっているわけには行かない。構造設計の分野でも弊害を解決しつつ、さらなる有効活用の道を探す必要がある。

#### ⑧「効率化より高質化を目指す」

構造設計の分野でも望まれることである。コンピュータの利用によりこのことが実現できれば素晴らしいことである。

#### ⑨「さまざまな情報と設計経験を共有する」

コンピュータの情報処理能力を活用した、新しい使い方である。例えば、大きな都市に建てられる個々の建物の設計前に行われている地盤調査データを都市全体で共有化し、地下構造地図を共有財産として製作するなどである。鉄筋コンクリート構造の設計情報を共有化することも考えられる。床面積あたりのコンクリート量、鉄筋量などの情報を建物の構造種別、用途別、階数別、柱、梁、床、壁、基礎などの部位別にデータベース化し、新規の設計情報を過去のデータと照合することにより、大きなミスを防ぐことができる。

#### ⑩「目的地のイメージを持つ」

設計活動を行う場合に最も重要なことであり、コンピュータ時代になってさらに重要になったことでもある。コンピュータの画面ばかり見て、部分の修正を繰り返すことが行われるが、この結果からよい設計はできない。「木を見て森を見ない」という状態に陥りやすい。最終案としての設計を能動的にどうしたいのかを決めて、設計を進める必要がある。さらに重要なことは設計している建物が大きな地震を受けたとき、どのように揺れるか、どこが壊れるか、中にいる人々は大丈夫か、きちんと逃げ切れるかなどについて思い描くことである。目の前の設計基準、マニュアルを満足するだけでは、よりよい建築はできない。